

Model symulacji — raport częściowy — Projekt MOPS

Błażej Sewera, Mateusz Winnicki, Wojciech Kowalski

1 grudnia 2020

Projekt MOPS

Cele projektu

Celem projektu jest zasymulowanie węzła lub systemu dwóch węzłów sieciowych, obsługujących n źródeł ruchu typu ON-OFF, zdolnych generować pakiety o stałej długości L w stanie ON.

Każdy węzeł sieciowy modelujemy jako nieskończoną kolejkę FIFO, każdy ma podłączoną dowolną liczbę źródeł ruchu.

Liczba pakietów w stanie ON jest opisywana rozkładem geometrycznym o funkcji rozkładu prawdopodobieństwa:

$$n_{ON} = (1 - p_{ON})^{k-1} p_{ON}$$
$$n_{ON avg} = \frac{1}{p_{ON}}$$

gdzie n_{ON} to liczba pakietów przesłana w jednej iteracji stanu ON. Odstęp między pakietami (czas interwału) jest stały i wynosi t_{int} .

Wtedy średni czas trwania stanu ON:

$$t_{ON avg} = \frac{t_{int}}{p_{ON}} + t_{prog}$$

gdzie t_{prog} to dodatkowy czas wprowadzany przez ograniczenia narzędzi programistycznych, implementacji i sprzętu, który dla uproszczenia pominiemy.

Średnia liczba bitów wysłanych przez źródło podczas jednego stanu ON wynosi:

$$n_{b avg} = \frac{L}{p_{ON}}$$

Długość stanu OFF opisana jest rozkładem wykładniczym.

$$t_{OFF} = \lambda e^{-\lambda t}$$
$$t_{OFF avg} = \frac{1}{\lambda}$$

Dla uproszczenia, można posłużyć się podobnym rozkładem geometrycznym dla długości stanu OFF, tylko w odróżnieniu od stanu ON, nie symulujemy wysyłania pakietów, a jedynie uwzględniamy interwał pomiędzy kolejnymi iteracjami tego stanu, czyli de facto bezczynnością.

$$t_{OFF avg} = \frac{1}{p_{OFF}} \cdot t_{int}$$

Z racji że stany ON i OFF następują naprzemiennie, średni czas trwania tych dwóch stanów:

$$t_{ON OFF avg} = \frac{t_{int}}{p_{ON}} + \frac{t_{int}}{p_{OFF}} = \frac{t_{int} \cdot (p_{ON} + p_{OFF})}{p_{ON} \cdot p_{OFF}}$$

Na podstawie powyższych danych można obliczyć średnią przepływność generowaną przez jedno źródło:

$$BR_{avg} = \frac{n_b}{t_{ONOFF avg}} = \frac{L p_{ON} p_{OFF}}{t_{int} p_{ON} (p_{ON} + p_{OFF})}$$

Badane metryki pomiarowe:

- średnia liczba pakietów w kolejce l_{queue}
- średni czas oczekiwania w kolejce t_{wait}
- średnie opóźnienie przekazu pakietu, definiowane jako średnia suma czasu oczekiwania w kolejce oraz czasu odebrania całego pakietu przez węzeł sieciowy. Jako że długość pakietu jest stała i wynosi L , czas odebrania pakietu przez węzeł również będzie stały $t_{delay} = t_{wait} + T_{receive}$
- średnie obciążenie serwera

Przedstawiony model zaimplementujemy w języku programowania Python.

Scenariusz i algorytmy

napływ klientów -> kolejka -> serwer

```
nadawca \                / odbiorca
nadawca -> kolejka z serwerem <- odbiorca
nadawca /                \ odbiorca
```

Automat przedstawiający nadawcę ON/OFF

Jeden stan będzie trwał T (np. 0.01s)

```
(default)
|
<choose_state()>
/      \
(ON)    (OFF)
|      |
/send()/ /idle()/
\      /
(default)
```

```
import numpy as np
import random
```

```
T = 0.01 # stan trwa 0.01s
```

```
def choose_state():
    if bool(random.getrandbits(1)):
        send()
    else:
        idle()

def send():
    duration = np.random.exponential(scale=1)
    iterations = int(1/T * duration)
    for iterations:
        # send data
        sleep(T)

def idle():
    duration = np.random.exponential(scale=1)
    iterations = int(1/T * duration)
```

```
for iterations:  
    sleep(T)
```